

# 物理工作 2013

東田 洋次\*

## The Works in the Physics 2013

Yoji HIGASHIDA

### Abstract

The study of the physics is difficult for the student. The polarization of scholastic achievements and the decline of motivations for study are serious problems. For the purpose of solving the problems, I have done some actions. As one of them, I have assigned the homework of works in groups to students since 2008. In this paper I report the actions in 2013.

*Key Word:* Physics, Education, Work

## 1. 緒言

高専の物理教育に携わって8年になり、その間、統合再編による定員の減少などにより入学学生の基礎学力は変化しているが、全般的に言えることは、理系高等教育機関にもかかわらず、数式が苦手な学生が少なからずいるということである。1年生の物理では、物理学の基本的な考え方を習得し、数式で表現することを最初に身につけてもらうために、数式や公式が多く出てくる。実際に、1年生の学年末のアンケート結果では、中学までの理科と物理の比較において、30%以上の学生から次のような意見があった。

- ・「物理は理科に比べて難しい」
- ・「公式が多く出てくる」
- ・「文字式が多くでてくる」
- ・「実験が少ない」

さらに、物理を苦手科目と考える学生も多く、試験を実施するごとに学力の二極化は大きな問題となってくる。一方、授業の感想については、「あまり楽しくなかった」「楽しくなかった」という意見は14%程度であるが、「普通」という学生が47%で物理の面白さを伝えられているとは言えない。

このような現状は、他高専でも同様であり、

2011～2012年度に人事交流により赴任していた熊本高専でも、理系基礎科目の教育にいろいろな試みがされていた。著者も、熊本高専において、両キャンパスの物理教員や専門学科教員とともに、PBL的手法を用いた科学教育に携わった。<sup>1)</sup>香川高専詫間キャンパスにおいても、上記の現状を踏まえて、私は次の3点を目標として物理教育を行っている。

- ・学力の二極化の防止と学習意欲の向上
- ・物理に関する基礎学力の定着
- ・物理に対する興味や関心の保持

これらの対策として、担当してきた1年生の物理において、2008年度からいろいろな試みを行ってきた。<sup>2),3)</sup>人事交流から戻ってきた2013年度も主に1年生の物理において、以下のような取り組みを行った。

- ①定期試験後の試験問題のやり直しと補習の実施
- ②小テストや図形描画の演習課題の実施
- ③物理工作課題

まず、①については、定期試験の学習内容を復習することで、学力の二極化を防止することを目的にしている。次に、②については、自宅学習による自主学習の促進と図形描画による思考力育成を目的にしている。最後に、③については、物理

\* 香川高等専門学校詫間キャンパス 一般教育科

に関する原理や法則を考慮に入れた物理工作を行うことで、実際に物理法則がどのように成り立つのかを実感し、物理に対する興味を持ってもらうことが目的で、2013年度の実施状況について、本稿で報告を行う。

## 2.実施方法

物理工作は、2008年度から始めて人事交流前の2010年度まで実施し、人事交流先の熊本高専では実施しなかったが、以前の反省点を踏まえて、2013年度に以下のように実施した。

対象(科目): 1年生(物理 I)  
 課題: 物理に関する原理や法則を考慮に入れた物理工作  
 提出物: 工作物と説明の電子ファイル  
 作成班の人数: 4・5人(教員が班分け)  
 材料: 申請があれば、教員側で準備  
 道具: 申請があれば、貸し出す  
 作成場所: 申請があれば、物理実験室利用を許可  
 周知(課題プリント・構想プリント配布): 後期中間試験後  
 構想プリント提出  
     材料申請あり: 12月20日 〆切  
     材料申請なし: 1月17日 〆切  
 工作物と電子ファイルの提出  
     : 1月31日 〆切

1年生の物理 I の課題として実施し、課題内容は物理に関する原理や法則を考慮に入れた物理工作としたが、広く科学に関するものであればよいとし、学生がより作りやすいように配慮した。提出物については、工作物と原理・作成方法などについてまとめた電子ファイルの2つとした。また、作成は班で行い、班については出席番号の1の位で班分けをした。例えば、5組の1番、11番、21番、31番、41番の班を5-1班とし、学生、教員両者にとって明瞭な班分けであった。さらに、課題に関する周知のため、評価方法、提出期限・方法、電子ファイルに記述すべき項目等を記載したプリント(図1)を各自に配布した。

材料や道具については、期限までに申請した班については教員が準備し、申請していない班についても在庫があれば提供した。作成場所についても申し出があれば、物理実験室を利用可能としたが、2年生の物理実験の時期と重なったため、

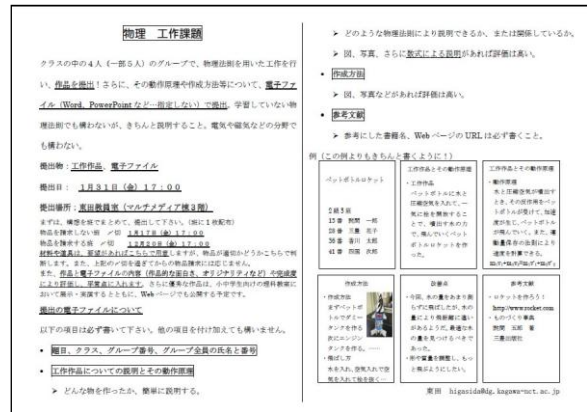


図1. 課題周知のプリント

片付け等については十分に注意を行った。適切な材料の申請や安全性の確認とアドバイス等のために、事前に「構想プリント」(図2図3)を配布し、材料の申請の有無により異なる提出期限とした。



図2. 構想プリント(表) 図3. 構想プリント(裏)



図4.実験・工作風景

日程については、以前の反省から10月からの作成を考えていたが、実施準備等に手間取り12月からの作成となり、締め切りが1月末の後期期

末試験期間直前となった。十分、工作期間は取ったはずであるが、学生はぎりぎりに作成していた。

### 3.提出物とその評価

まず、材料申請の班については、提出の構想プリントを元に、工作物と材料の妥当性を教員が検討し、班の代表者と連絡を取りながら、インターネットなども利用し購入した。図5は、ある班の提出された構想プリントである。このように、原理だけでなく、購入物の型番や購入場所などについても記入させて、教員の負担をできるだけ少ないように工夫した。

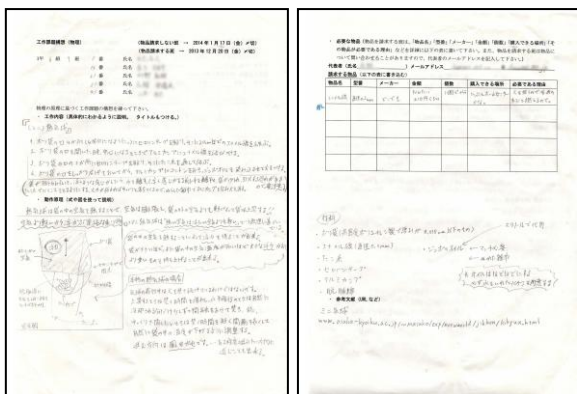


図5. 構想プリント(表) 図6. 構想プリント(裏)

提出された工作物は、全部で30作品であったが、似た内容の工作もあり、表1に工作に関連した学習内容や科目さらに学習時期とともに表した。工作物の名称については、各班が提出した名称ではなく、一般的な名称を記した。科目については、物理I、物理II、基礎電気工学、応用物理I、電気磁気学(I、II)、化学Iのそれぞれを物I、物II、基電、応物、電磁、化Iのように表記した。工作物の中には、ただ作っただけの工夫のないものもあったが、急いで作って完成度は低いものの、原理等は面白くうまく作ると小中学生向けの出前授業でも利用可能な物もあった。また、完成度の高い物もあり、特に図のエレキテルは原理も作りもしっかりした作品である。図7~図17で、完成度の高い作品や面白い作品のいくつかを紹介する。

表1. 提出された工作課題

工作物	科目	学年	関連内容
ホバークラフト	物I	1年	慣性の法則
不思議な手袋	物I	1年	圧力
ヘロンの噴水 (2班)	物I	1年	大気圧
水圧実験 (2班)	物I	1年	水圧
水中での 重力加速度	物I	1年	浮力, 重力, 運動方程式
浮沈子(2班)	物I	1年	浮力
ぶくぶく潜水艦	物I	1年	浮力
ミニ熱気球	物I 物II	1年 2年	浮力, 熱
ペットボトル カー	物I	1年	弾性エネルギー
10円玉の重さで 発電	物I 基電	1年	重力, 電気, 位置エネルギー
ペットボトル ロケット	物II	2年	運動量保存
衝突球(2班)	物II	2年	運動量保存
簡易ウェーブ マシン	物II	2年	波動
共振振り子	物II	2年	共振
スーパー万華鏡	物II	2年	光の回折
偏光板を使った 光の実験	物II	2年	偏光
ブーメラン	応物	3年	空気抵抗, 剛体, 流体
慣性モーメント の応用	応物	3年	慣性モーメント
光るシャープペ ンシルの芯	基電	1年	電気抵抗
エレキテル	基電	1年	静電気, コンデンサ
コイルガン	基電	1年	電磁誘導
コイルモーター	基電	1年	ローレンツ 力
リニアモーター	基電	1年	ローレンツ 力
無限ゴマ	電磁	3年	磁力
磁石振り子	電磁	3年	磁力
スライム	化I	1年	化学結合

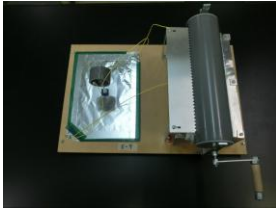


図 7. エレキテル

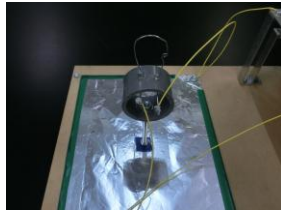


図 8. 図 7 の拡大写真



図 9. スーパー万華鏡



図 10. 図 9 の拡大写真



図 11. 偏光板の実験



図 12. 不思議な手袋

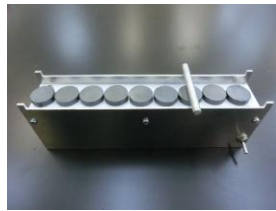


図 13. リニアモーターカー



図 14. コイルガン

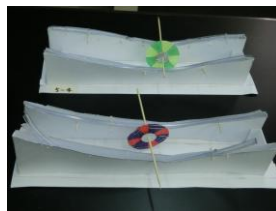


図 15. 慣性モーメント



図 16. 無限ゴマ



図 17. ヘロンの噴水

提出された工作物は次の3つ項目で評価した。

- ・工作物としての面白さ
- ・作品としての完成度
- ・創造性と独自性

各項目 10 点満点で評価し、それぞれ平均点は、9.9 点、9.1 点、8.4 点であり、面白さについては、甲乙つけにくく、ほとんどの班に 10 点をつけている。完成度については、明らかに班ごとに差があり、創造性・独自性については、インターネットで調べたものをそのまま作成した物が多く、少し低い点数とした。

また、電子ファイルについては、ほとんどの班が PowerPoint で作成していたが、一部の班は Word 文書や動画の提出であった。電子ファイルの評価は次の3つの項目で行った。

- ・資料の体裁
- ・原理の説明文
- ・原理の説明図、数式

各項目 10 点満点で評価し、それぞれ平均点は、9.9 点、9.1 点、8.4 点であった。資料の体裁については、プリントに具体的に指示していたためかほとんどの班で整えられていた。原理の説明については、動作原理の説明などが不十分な班が少なからずあった。原理の説明図や数式については、十分な班はなかった。

#### 4. 工作課題後のアンケート結果

工作課題提出後の学年末に、物理の授業全般についてアンケートを行った。ここでは工作課題に関する項目について学生の意見を紹介する。

まず、「工作課題は楽しかったですか？」という問いへの回答を図 18 に示す。このグラフが表すように、約 35% が「楽しかった」と回答しているが以前より少なく、また「普通」という回答が約 48% もあり、今年度は課題として上手いかなかったように思えるが、「作ってみると、思ったより楽しかった」という意見もあった。

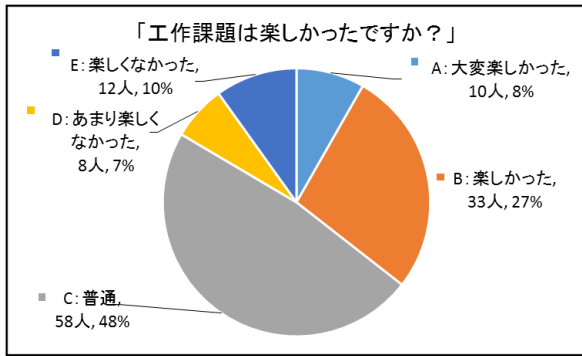


図 18. アンケート「楽しかったですか？」

次に、「積極的に参加しましたか？」という問いへの回答を図 19 に示す。半数以上が積極的に参加したと答えているが、班での課題としては積極的ではなかった人の人数が多すぎる。

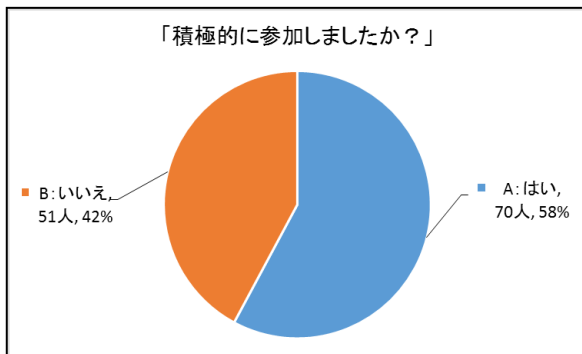


図 19. アンケート「積極的に参加しましたか？」

次に、「題材はどうやって考えましたか？」という問いへの回答を図 20 に示す。教科書や本から考えた班もあるが、ほとんどがインターネットを利用したものであった。

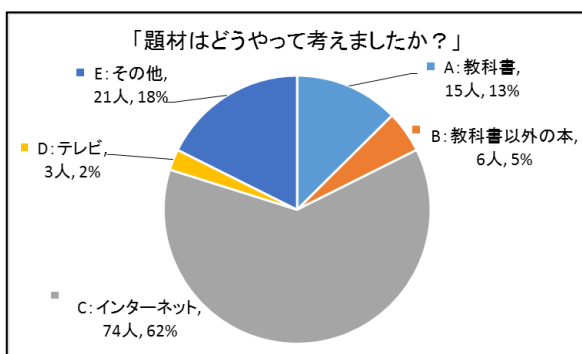


図 20. アンケート「題材はどうやって？」

次に、「物理の勉強に何か変化がありましたか？」という問いへの回答を図 21 に示す。変化があったという回答が約 13%はあったが、変化が

なかったとする回答が大部分で、学生の意識改革には少し実施時期が遅すぎたのかもしれない。しかし、少数意見として、以下のような意見もあった。

- ・物理に興味が出て、楽しくなった。
- ・法則や原理をよく考えるようになった。
- ・考えることが楽しくなった。

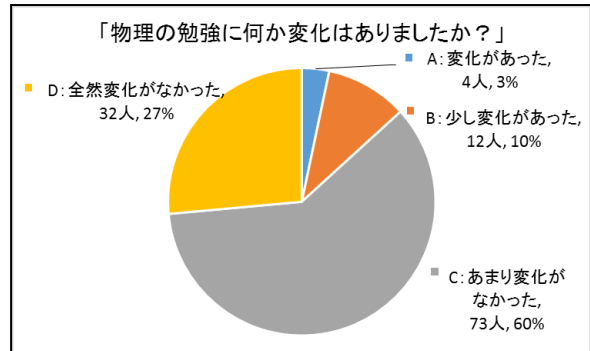


図 21. アンケート「物理の勉強への変化は？」

次に、「工作課題は物理の勉強に有効だと思いますか？」という問いへの回答を図 22 に示す。前問で工作課題後も変化がないと答えているにもかかわらず、有効であるという回答が 60% 近くあり、肯定的な理由として以下のような意見があった。

- ・実際に作ることで原理や法則の理解が深まる。
  - ・物理に対する興味や意欲が高まる。
- 否定的な理由として以下のような意見もあった。
- ・参加しない人もいるので、有効でない。

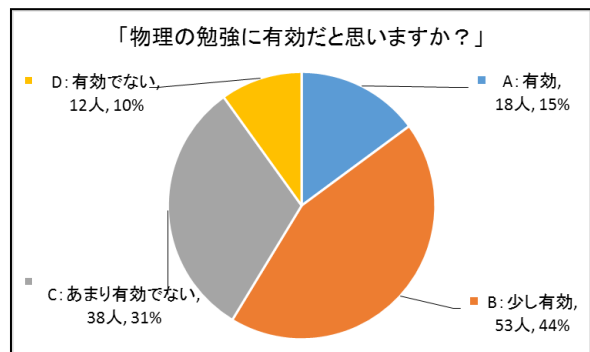


図 22. アンケート「物理の勉強に有効？」

上記のアンケート結果を踏まえると、以前の結果と比べて、楽しかったと答える学生が減少している。今回、実施時期や期間も影響しているように思われ、そのために積極的に参加した人も少なく、工作課題後の変化もないと感じている学生が多いのではないかと推測する。その反面、工作課

題は物理の勉強に有効だと感じた学生も多く、工作課題の回数を増やして欲しいという意見もあった。

## 5.反省点と今後の課題

今年度は人事交流以前の2010年度以来の実施であったため、以前の反省を踏まえた実施時期で行えなかった。実施時期が遅くなり、期間も少し短かったように思える。実際に学生の意見として準備期間を長くして欲しいという意見もあった。26年度も継続して実施予定であるが、この反省も踏まえ、 Semester制に変わるということもあり、8月の夏休み前に課題プリントを配布し、夏休み中に構想プリントを電子ファイルで提出とする。その後、夏休み後の10月に材料を配布し、10月末に課題のメットとする案で実施予定である。

また、班による課題として実施し、グループによる共同作業やコミュニケーション能力の育成も兼ねているが、あまり積極的に参加しない人もいて、人や班によって取り組みに差が出ていた。まず、班のリーダーを明確にし、各人の役割も記載し提出させるなど、全員が課題作成に参加するような形にすべきである。

提出物については、工作課題以外に構想プリント（物品請求を含む）、原理を記述した電子ファイルを提出させたが、提出方法等で問題点もあり、今後改善すべきである。まず、物品請求も含む構想プリントは紙媒体で提出させ、それを元に教員が学生と連絡を取りながら物品を購入したが、かなり煩雑であったため、学校の物品購入システムの入力フォーマットと同じ形式の電子ファイルでの提出を今後検討する。また、原理を記述した電子ファイルについてもUSBメモリでの提出としたが、Dropboxでの提出を希望する班もあり、電子メールでは、容量の都合もあるため、Dropboxの利用や学内のWebClassなどの利用も今後検討する。また、電子ファイルのファイル形式も指定していなかったため、PowerPointを始めWord、OpenOffice、動画ファイルなどもあったため、サンプルファイルをおいて、それを元に作成し提出するように変更予定である。さらに、スライド枚数も多く冗長なものもあったため、枚数制限をし、コンパクトに要点を伝えよう指導すべきである。

評価については、時間の都合により教員のみが行い、学生による相互評価は行わなかったが、今

後は作成した電子ファイルを元に工作課題の発表会を実施し、学生による相互評価さらには他教員の評価も取り入れるべきであると考えている。

今年度もバラエティに富んだ工作課題が提出されたが、時間がなかったためか、良いアイデアだが作りが雑なものもあり、うまく作ると小中学生向けの理科教室に利用できるようなものもあった。今後、今年度の作品はWebClassにアップし、次年度の学生の参考資料とするとともに、出来の良いものはオープンキャンパスに展示したり、出前授業の題材にしたりと広く学内での学生の取り組みを広報するつもりである。

## 6.参考文献

- 1) 東田洋次, 工藤友裕, 柴里弘毅, 藤本信一郎, 嶋田泰幸, 岩尾航希: PBL的手法を用いた科学技術教育の取り組み—熊本高専サイエンスチャレンジ, 高専教育, No. 37 掲載予定(2014)
- 2) 東田洋次: 物理における工作課題と補習の実施, 川高等専門学校研究紀要, No. 1, pp. 81-85(2010)
- 3) 東田洋次: 1年物理における新たな取り組み, 詫間電波工業高等専門学校研究紀要, No. 37, pp11-14(2009)